

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2001204015 A

(43) Date of publication of application: 27.07.01

(54) SURROUNDING CAMERA SYSTEM, METHOD FOR GENERATING SURROUNDING IMAGE BASED ON IMAGE PICKED UP BY SURROUNDING CAMERA, JOINTING UNIT FOR IMAGE PICKED UP BY ADJACENT CAMERA AND ITS METHOD, AND DISTANCE MEASUREMENT DEVICE USING THE ADJACENT CAMERA AND ITS METHOD

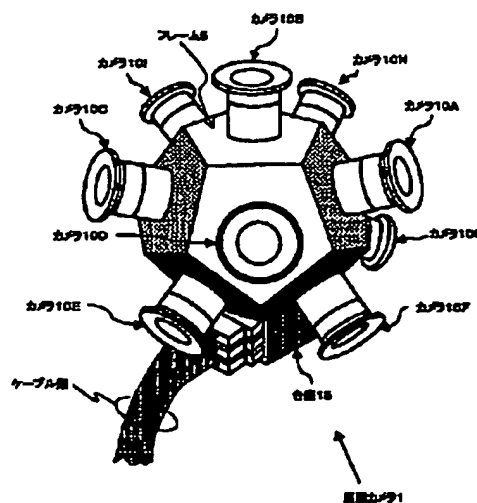
can eliminate missing and conspicuous joints around the borders between the images so as to generate a seamless surrounding scenery.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surrounding camera that can pick up a scenery image of a nearly all-around view.

SOLUTION: The surrounding camera is configured by mounting each one camera on each face of a polyhedron such as a regular dodecahedron and a picked-up image over the entire circumference can be obtained by each camera. Sequentially connecting the images picked up by the adjacent cameras one full circumferential image can be obtained. However, the surrounding cameras cannot be assembled in a way that projection centers of the cameras can completely be in matching each other. Then in the case of jointing the picked-up images, adjusting dynamically the jointed positions of the adjacent picked-up images depending on far and near of the object



(51) Int. Cl.

H04N 7/18

G01B 11/00

G03B 15/00

G03B 37/00

H04N 5/225

(21) Application number: 2000013911

(22) Date of filing: 18.01.00

(71) Applicant: SONY CORP

(72) Inventor: REKIMOTO JIYUNICHI
TAJIMA SHIGERU
MATSUSHITA NOBUYUKI
AYATSUKA YUJI

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-204015

(P2001-204015A)

(43)公開日 平成13年7月27日 (2001.7.27)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テ-コ-ト [*] (参考)		
H 0 4 N	7/18	H 0 4 N	7/18	V	2 F 0 6 5
G 0 1 B	11/00	G 0 1 B	11/00	H	2 H 0 5 9
				B	5 C 0 2 2
G 0 3 B	15/00	G 0 3 B	15/00	W	5 C 0 5 4
				H	

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-13911(P2000-13911)

(22)出願日 平成12年1月18日 (2000.1.18)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 暦本 純一

東京都品川区東五反田3丁目14番13号 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所内

(72)発明者 田島 茂

東京都品川区東五反田3丁目14番13号 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所内

(74)代理人 100101801

弁理士 山田 英治 (外2名)

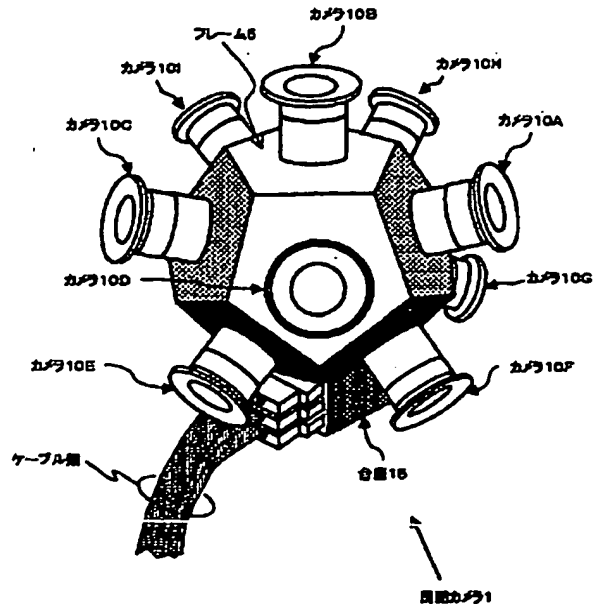
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 周囲カメラ・システム、周囲カメラの撮像画像に基づいて周囲画像を生成する方法、隣接カメラによる撮像画像の接続処理装置及び方法、並びに、隣接カメラを用いた距離測定装置及び方法

(57)【要約】

【課題】 略全周囲の風景画像を撮像することができる周囲カメラを提供する。

【解決手段】 周囲カメラは、正十二面体のような多面体の各構成面上に1台ずつカメラを搭載してなり、各々のカメラによって全周囲にわたる撮像画像が得られる。隣り合うカメラの撮像画像同士を順次接続していくことで、1枚の全周囲画像が得られる。但し、各カメラの投影中心が完全に一致するように周囲カメラを組み立てることはできない。そこで、撮像画像同士を接続するときには、被写体の遠近に応じて、隣接する撮像画像同士の接続位置を動的に調整することで、画像間の境界付近での途切れや縦ぎ目をなくし、滑らかな周囲風景を生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の構成面からなる多面体フレームと、少なくとも2以上の構成面上に各1台ずつ搭載された複数のカメラと、隣接するカメラの撮像画像同士を接続して周囲画像を生成する手段と、

を具備し、前記周囲画像生成手段は、被写体までの距離に応じた画像同士の貼り合わせ位置を決定する処理と、

該貼り合わせ位置における接続画素間の画素値の差分を算出する処理と、

接続画素間における画素値の差分の合計が最小となる貼り合わせ位置を最適な貼り合わせ位置として決定する処理と、

各隣接画像毎に決定された最適な貼り合わせ位置に従って、隣接画像同士を接続して周囲画像を貼り合わせる処理と、を実行することを特徴とする周囲カメラ・システム。

【請求項2】前記多面体フレームの各構成面は略正多角形であることを特徴とする請求項1に記載の周囲カメラ・システム。

【請求項3】前記多面体フレームは略正多面体であることを特徴とする請求項1に記載の周囲カメラ・システム。

【請求項4】前記多面体フレームは12個の略正五角形で構成される正十二面体(Dodecahedron)であることを特徴とする請求項1に記載の周囲カメラ・システム。

【請求項5】前記多面体フレームは12個の略平行四辺形で構成される略正十二面体(Rhombic Dodecahedron)であることを特徴とする請求項1に記載の周囲カメラ・システム。

【請求項6】複数の構成面からなる多面体フレームと、少なくとも2以上の構成面上に各1台ずつ搭載された複数のカメラとで構成される周囲カメラの撮像画像に基づいて周囲画像を生成する方法であって、(a)被写体までの距離に応じた画像同士の貼り合わせ位置を決定するステップと、(b)該貼り合わせ位置における接続画素間の画素値の差分を算出するステップと、(c)接続画素間における画素値の差分の合計が最小となる貼り合わせ位置を最適な貼り合わせ位置として決定するステップと、(d)各隣接画像毎に決定された最適な貼り合わせ位置に従って、隣接画像同士を接続して周囲画像を貼り合わせるステップと、を具備することを特徴とする周囲カメラの撮像画像に基づいて周囲画像を生成する方法。

【請求項7】前記多面体フレームの各構成面は略正多角形であることを特徴とする請求項6に記載の周囲カメラの撮像画像に基づいて周囲画像を生成する方法。

【請求項8】前記多面体フレームは略正多面体であることを特徴とする請求項6に記載の周囲カメラの撮像画像

に基づいて周囲画像を生成する方法。

【請求項9】前記多面体フレームは12個の略正五角形で構成される正十二面体(Dodecahedron)であることを特徴とする請求項6に記載の周囲カメラの撮像画像に基づいて周囲画像を生成する方法。

【請求項10】前記多面体フレームは12個の略平行四辺形で構成される略正十二面体(Rhombic Dodecahedron)であることを特徴とする請求項6に記載の周囲カメラの撮像画像に基づいて周囲画像を生成する方法。

【請求項11】撮像領域が重なり合う隣接カメラによる撮像画像同士を接続する接続処理装置であって、(a)被写体までの距離に応じた画像同士の貼り合わせ位置を決定する手段と、(b)該貼り合わせ位置における接続画素間の画素値の差分を算出する手段と、(c)接続画素間における画素値の差分の合計が最小となる貼り合わせ位置を最適な貼り合わせ位置として決定する手段と、を具備することを特徴とする隣接カメラによる撮像画像の接続処理装置。

【請求項12】撮像領域が重なり合う隣接カメラによる撮像画像同士を接続する接続処理方法であって、(a)被写体までの距離に応じた画像同士の貼り合わせ位置を決定するステップと、(b)該貼り合わせ位置における接続画素間の画素値の差分を算出するステップと、

(c)接続画素間における画素値の差分の合計が最小となる貼り合わせ位置を最適な貼り合わせ位置として決定するステップと、を具備することを特徴とする隣接カメラによる撮像画像の接続処理方法。

【請求項13】撮像領域が重なり合う隣接カメラの撮像画像を用いて被写体までの距離を測定する距離測定装置であって、(a)被写体までの距離に応じた画像同士の貼り合わせ位置を決定する手段と、(b)該貼り合わせ位置における接続画素間の画素値の差分を算出する手段と、(c)接続画素間における画素値の差分の合計が最小となる貼り合わせ位置に対応する距離を被写体が現実存在する位置として決定する手段と、を特徴とする隣接カメラを用いた距離測定装置。

【請求項14】撮像領域が重なり合う隣接カメラの撮像画像を用いて被写体までの距離を測定する距離測定方法であって、(a)被写体までの距離に応じた画像同士の貼り合わせ位置を決定するステップと、(b)該貼り合わせ位置における接続画素間の画素値の差分を算出するステップと、(c)接続画素間における画素値の差分の合計が最小となる貼り合わせ位置に対応する距離を被写体が現実存在する位置として決定するステップと、を特徴とする隣接カメラを用いた距離測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ユーザの周囲の風景画像を提供する周囲カメラ・システムに係り、特に、

撮像方向が異なる複数のカメラによる撮像画像に基づいてユーザの周囲の風景画像を提供する周囲カメラ・システムに関する。

【0002】更に詳しくは、本発明は、複数のカメラを例えば正十二面体のような多面体の各構成面上に配設してなる周囲カメラ・システムに係り、特に、各カメラの撮像画像間の途切れを好適に接続して滑らかな風景画像を提供することができる周囲カメラ・システムに関する。

【0003】

【従来の技術】ユーザの周囲の風景画像を提供する装置として全周囲カメラが知られている。この種の周囲カメラ・システムは、例えば正十二面体のような多面体の構成面の各々にカメラを設置して構成される。このような場合、各カメラの撮像画像同士をうまく接続することによって、個々のカメラの視野よりかはるかに広い領域の画像を、あたかも単一のカメラで撮像したかの如くに提供することができる。

【0004】周囲カメラ・システムによる撮像画像の用途として、例えばHMD（ヘッド・マウント・ディスプレイ）及びHT（ヘッド・トラッカ）で構成される画像表示システムが挙げられる。HMDは、一般に眼鏡状の構造を有し、眼鏡の左右各レンズに相当する部位に小型ディスプレイが配設され、ユーザの頭部に搭載して用いられる。また、HTも、ユーザの頭部に取り付けられ、ジャイロ・センサのような位置・姿勢検出機構を用いて該頭部の動きを追跡することができる。HMD及びHTを組み合わせた画像表示システムによれば、ユーザが首を振るなど頭部の運動（すなわち視線の方向）に合致した周囲画像をユーザの両眼に直接供給することができる。

【0005】HMDに関しては、例えば、本出願人に既に譲渡されている特開平11-275605号公報に開示されている。同公報に記載のヘッド・マウント・ディスプレイによれば、フィールド毎に切り替わるフィールド判別信号が含まれていない映像信号を左右の各目に対応するLCD（Liquid Crystal Display）パネルに映像を映し出すときに、映像信号の同期信号に同期して切り替わるフィールド判別制御信号を生成させ、このフィールド判別制御信号は左右のLCDパネルに映し出される左右の映像信号を交互に切り替えるようにして立体視できる映像を発生させることができる。

【0006】周囲カメラの他の用途としては、所定の設置場所から比較的広い範囲を偵察しなければならない監視装置などが挙げられる。

【0007】また、多面体の各々の構成面上に1台ずつカメラを設けることで構成される周囲カメラ・システムに関しては、例えば、米国特許第5,023,725号明細書や同特許第5,703,604号明細書に開示さ

れている。これらの米国特許では、12個の正五角形で構成される正十二面体（Dodecahedron）を用いて構成される周囲カメラ・システムが開示されている。

【0008】上記したように、複数のカメラからなる周囲カメラ・システムは、隣り合うカメラの撮像画像の境界同士をうまく接続することによって、個々のカメラの視野よりかはるかに広い領域の画像を、あたかも単一の広角度カメラで撮像したかのような画像を生成する画像処理を行う。また、視野角の広いレンズを用いればカメラは広範囲を撮像することができるが、その分だけ解像度が低下して細部が見えづらくなる。これに対し、周囲カメラ・システムによれば、広範囲の撮像画像を高解像度のまま提供することができる。撮像画像の貼り合わせ処理を簡素化する便宜上、各カメラを搭載するための多面体は、正多角形を構成面とする正多面体であることが好ましい。

【0009】ところで、実在するカメラの多くは、ピンホールカメラ・モデルによる中心投影を行う。中心投影とは、投影中心と3次元物体表面の点とを結ぶ直線（「視線」とも言う）とカメラの投影スクリーンとの交点に物体表面の点の色濃度値を配置していくことで、投影画像を形成する。中心投影では、同じ大きさの物体であっても、カメラの投影中心に近づくにつれて大きな像として投影され、逆に、投影中心から遠ざかるにつれて小さく投影される性質を持つ。

【0010】また、ピンホールカメラ・モデルでは、同じ視線上の点は、カメラの投影中心からの距離の遠近に拘らず、投影スクリーン（すなわち撮像面）上の同じ位置に投影される性質を持つ。したがって、隣り合うカメラの撮像画像を、互いのカメラの投影中心が一致するように配設することによって、各カメラ間で視線を共有することになる。この結果、異なるカメラを用いながら、事実上、単一のカメラで同じ場所から眺めていることに等しくなる。すなわち、隣り合うカメラにおいて重なり合う撮像領域において、任意の場所を画像間の境界として指定しても、撮像画像同士は滑らかに接続される。

【0011】例えば、図1に示すように、カメラの投影中心Cを共有する3台の隣接するカメラ#1、#2、及び#3が配設されているとする。視線方向P上にある物体が存在するならば、物体表面上の同じ場所が、投影中心Cから離れた位置S1又は近い位置S2のいずれにあったとしても、カメラ#1及びカメラ#2の各々の撮像面上では同じ位置で撮像される。したがって、カメラ#1及び#2の視野が重なり合う領域内で互いの撮像画像の境界を任意に取り決めることによって、縦ぎ目の判らない滑らかな画像間接続を行うことができる。そして、このような滑らかな画像接続を、全ての隣接カメラ同士の撮像画像間で行うことによって、縦ぎ目のない全周囲にわたる1枚の撮像画像を得ることができる。

【0012】例えば、図1において、任意の視線方向Pに相当する線分をカメラ#1及びカメラ#2の撮像画像同士の境界線として設定したとしても、該境界線よりも紙面左側の物体表面はカメラ#1による撮像画像が用いられ、且つ、該境界線よりも紙面右側の物体表面はカメラ#2による撮像画像が用いられることになり、両撮像画像は滑らかに接続される。

【0013】しかしながら、現実には、各カメラは容積を持つので、撮像中心がただ1つの点に集中するように複数のカメラを配設することはそもそも物理的に不可能である。また、3以上のカメラの撮像中心が3次元空間上で一致するように組み立てることも、極めて困難な作業を必要とする。

【0014】図2に示すように、各々のカメラ#1、#2、及び#3の投影中心C1、C2、C3を離間して配置した場合には、物体表面上の同じ場所であっても、視線を共有することはできない。

【0015】図2において、直線Bをカメラ#1及びカメラ#2それぞれの撮像画像同士の境界線として設定したとする。このような場合、物体表面上の同じ場所が該境界線B上にあったとしても、各々のカメラ#1及び#2からの距離に応じて各撮像画像に現れる位置は変わってしまう。

【0016】例えば、カメラ#1の撮像画像上では、物体表面が遠い位置S1にあるときにはA1に、近い位置S2にあるときにはA2に現れる。同様に、カメラ#2の撮像画像上では、物体表面が遠い位置S1にあるときにはB1に、近い位置S2にあるときにはB2に現れる。

【0017】したがって、同じ境界線Bを隣接画像間の接続位置として採用する場合であっても、物体が遠い距離S1にあるときには、A1及びB1で撮像画像同士を接続しなければならないし、物体が近い距離S2にあるときにはA2及びB2で撮像画像同士を接続しなければならない。すなわち、撮像した物体（すなわち被写体）の遠近に応じて、隣接する撮像画像同士の接続位置を動的に調整しなければ、境界付近で接続する画像が途切れてしまい、滑らかな周囲風景を生成することができない。画像の途切れは、実際には、接続する画素間の濃淡の極端な相違として現れる。この結果、周囲画像上には、原画像間の縫い目が映ってしまう。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、撮像方向が異なる複数のカメラによる撮像画像に基づいてユーザの周囲の風景画像を提供する、優れた周囲カメラ・システムを提供することにある。

【0019】本発明の更なる目的は、複数のカメラを例えば正十二面体のような多面体の各構成面上に配設してなる、優れた周囲カメラ・システムを提供することにある。

【0020】本発明の更なる目的は、各カメラの撮像画像間の途切れを好適に接続して滑らかな風景画像を提供することができる、優れた周囲カメラ・システムを提供することにある。

【0021】本発明の更なる目的は、投影中心が一致しない複数のカメラを多面体の各構成面上に配設して、各カメラの撮像画像同士を接続して滑らかな周囲画像を得ることができる、優れた周囲カメラ・システムを提供することにある。

【0022】本発明の更なる目的は、投影中心が一致しない複数のカメラを多面体の各構成面上に配設して、各カメラの撮像画像同士の接続位置を動的に調整して、境界付近で画像が途切れることがない滑らかな周囲画像を得ることができる、優れた周囲カメラ・システムを提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を参酌してなされたものであり、その第1の側面は、複数の構成面からなる多面体フレームと、少なくとも2以上の構成面上に各1台ずつ搭載された複数のカメラと、隣接するカメラの撮像画像同士を接続して周囲画像を生成する手段と、を具備し、前記周囲画像生成手段は、被写体までの距離に応じた画像同士の貼り合わせ位置を決定する処理と、該貼り合わせ位置における接続画素間の画素値の差分を算出する処理と、接続画素間における画素値の差分の合計が最小となる貼り合わせ位置を最適な貼り合わせ位置として決定する処理と、各隣接画像毎に決定された最適な貼り合わせ位置に従って、隣接画像同士を接続して周囲画像を貼り合わせる処理と、を実行することを特徴とする周囲カメラ・システムである。

【0024】本発明の第1の側面に係る周囲カメラ・システムにおいて、前記多面体フレームの各構成面は略正多角形であってもよく、また、前記多面体フレームは略正多面体であってもよい。正多面体フレームとして、例えば、12個の略正五角形で構成される正十二面体(Dodecahedron)や、12個の略平行四辺形で構成される略正十二面体(Rhombic Dodecahedron)を適用することができる。

【0025】また、本発明の第2の側面は、複数の構成面からなる多面体フレームと、少なくとも2以上の構成面上に各1台ずつ搭載された複数のカメラとで構成される周囲カメラの撮像画像に基づいて周囲画像を生成する方法であって、(a)被写体までの距離に応じた画像同士の貼り合わせ位置を決定するステップと、(b)該貼り合わせ位置における接続画素間の画素値の差分を算出するステップと、(c)接続画素間における画素値の差分の合計が最小となる貼り合わせ位置を最適な貼り合わせ位置として決定するステップと、(d)各隣接画像毎に決定された最適な貼り合わせ位置に従って、隣接画像同士を接続して周囲画像を貼り合わせるステップと、を

具備することを特徴とする周囲カメラの撮像画像に基づいて周囲画像を生成する方法である。

【0026】本発明の第2の側面に係る周囲画像生成方法において、前記多面体フレームの各構成面は略正多角形であってもよく、また、前記多面体フレームは略正多面体であってもよい。正多面体フレームとして、例えば、12個の略正五角形で構成される正十二面体(Dodecahedron)や、12個の略平行四辺形で構成される略正十二面体(Rhombic Dodecahedron)を適用することができる。

【0027】また、本発明の第3の側面は、撮像領域が重なり合う隣接カメラによる撮像画像同士を接続する接続処理装置又は方法であって、(a)被写体までの距離に応じた画像同士の貼り合わせ位置を決定する手段又はステップと、(b)該貼り合わせ位置における接続画素間の画素値の差分を算出する手段又はステップと、

(c)接続画素間における画素値の差分の合計が最小となる貼り合わせ位置を最適な貼り合わせ位置として決定する手段又はステップと、を具備することを特徴とする隣接カメラによる撮像画像の接続処理装置又は方法である。

【0028】また、本発明の第4の側面は、撮像領域が重なり合う隣接カメラの撮像画像を用いて被写体までの距離を測定する距離測定装置又は方法であって、(a)被写体までの距離に応じた画像同士の貼り合わせ位置を決定する手段又はステップと、(b)該貼り合わせ位置における接続画素間の画素値の差分を算出する手段又はステップと、(c)接続画素間における画素値の差分の合計が最小となる貼り合わせ位置に対応する距離を被写体が現実存在する位置として決定する手段又はステップと、を特徴とする隣接カメラを用いた距離測定装置又は方法である。

【0029】

【作用】本発明に係る周囲カメラは、正十二面体のような多面体の各構成面上に1台ずつカメラを搭載してなり、各々のカメラによって全周囲にわたる撮像画像が得られる。そして、隣り合うカメラの撮像画像同士を順次接続していくことで、1枚の全周囲画像が得られる。

【0030】但し、各カメラの投影中心が完全に一致するように周囲カメラを組み立てることはできない。

【0031】そこで、隣接する撮像画像同士を接続するときには、被写体までの距離を順次探索して、撮像画像間の境界の画素同士が最も滑らかに接続される距離を被写体までの現実の距離として認識・特定して、画像の接続処理を行う。濃淡などの画素値の差分が少ない画素同士は連続的であり、隣接画像同士は縫ぎ目なく滑らかに接続される。

【0032】すなわち、被写体の遠近に応じて、隣接する撮像画像同士の接続位置を動的に調整することで、画像間の境界付近での途切れや縫ぎ目をなくし、滑らかな

周囲風景を生成することができる訳である。

【0033】また、隣接する撮像画像同士の接続処理の際に、被写体までの距離を特定する。言い換えれば、周囲カメラを、特定の被写体までの距離を測定する距離測定装置として利用することも可能である。例えば、不審な侵入者などの被写体を監視しなければならない監視装置においては、比較的広範囲にわたって侵入者の動きを撮像するだけでなく、その距離をも特定することができる。

【0034】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施例を詳解する。

【0036】図3には、多面体の各構成面上にカメラを配設して構成される周囲カメラ1の外観を示している。

【0037】同図に示すように、周囲カメラ1は、12個の略正五角形の構成面からなる略正十二面体(Dodecahedron)形状のフレーム5と、該フレーム5の各面上に1台ずつ配備された複数のカメラ10A、10B、10C…で構成される。各カメラ10A…は、周囲の風景のうち、それぞれが担当する領域を撮像して周囲画像の一部として供給することができる。

【0038】各カメラ10A…は、投影中心を持つピンホール・タイプのカメラであり、例えば、素子表面にマイクロレンズを組み込んだCCD(Charge Coupled device:電荷結合素子)カメラでよい。ここで、CCDとは、MOS(Metal Oxide Semiconductor)型電極をチェーンのように配設して構成される集積回路のことであり、半導体表面の電荷がある電極から次の電極へと順次転送する機能を利用して、撮像した画像データを出力するようになっている。

【0039】正十二面体のフレーム5上に、撮像方向を外向きにして各カメラ10A…を設置することで、それぞれのカメラ10A…の投影中心はフレーム5内で近接するように配置される。但し、各々のカメラの容積や組立精度などの問題により、全ての投影中心が略一致することは非現実的である。

【0040】なお、フレーム5の全ての構成面上にカメラ10を配備する必要はない。例えば、フレーム5の底面に相当する構成面は台座15のために予約されている。台座15の一側面からは、各カメラ10A…による撮像画像データを外部出力するためのケーブル類が接続されている。

【0041】また、複数のカメラ10A、10B…を搭載するためのフレーム5は、必ずしも正五角形を構成面とする正十二面体である必要はなく、ほとんど全周囲に渡ってカメラ10A…の撮像方向を設定することができ

10

20

30

40

50

る正多面体であればよい。例えば、図11に示すような、12個の略平行四辺形で構成される略正十二面体(Rhombic Dodecahedron)をフレーム5の外形として採用することもできる。

【0042】図4には、周囲カメラ1による複数の撮像画像を処理するためのデータ処理システム50の構成を模式的に示している。同図に示すように、データ処理システム50は、ビデオ記録再生装置51と、ビデオ・キャプチャ装置52と、コンピュータ・システム53とで構成される。

【0043】ビデオ記録再生装置51は、周囲カメラ1を構成する各カメラ10A、10B…が出力する撮像画像を磁気テープや磁気ディスク、光ディスクなどの記録媒体上にアナログ記録することができる。

【0044】ビデオ・キャプチャ装置52は、ビデオ記録再生装置51において蓄積された各カメラ10A、10B…の撮像画像を、アナログ→デジタル変換するとともに、コンピュータ・データとして所定のフォーマット処理を施すことができる。ビデオ・キャプチャ装置52は、一般には、いわゆる「アダプタ・カード」の形式で構成され、コンピュータのマザーボード上の拡張スロットに装着して用いることができる。

【0045】コンピュータ・システム53は、ビデオ・キャプチャ装置52から各カメラ10A、10B…の撮像画像の供給を受けて、隣接する撮像画像同士の接続処理を行う。

【0046】コンピュータ・システム53は、例えばワークステーション(WS)又はパーソナル・コンピュータ(PC)と呼ばれる市販のコンピュータ・システムでよい。上記の画像同士の接続処理は、コンピュータ上で所定の画像処理アプリケーションを実行するという形態で具現することができるが、その処理手順の詳細は後述に譲る。

【0047】コンピュータ・システム53は、各カメラ10A、10B…から供給された撮像画像の接続処理を繰り返すことで、周囲カメラ1を囲む略全周囲の風景画像を生成することができる。このような全周囲画像を、例えば、コンピュータ・システム53上のローカル・ディスクに蓄積しておき、適宜読み出して、ディスプレイ・スクリーン上に提示することができる。また、このような全周囲画像を例えばHMD(ヘッド・マウント・ディスプレイ)及びHT(ヘッド・トラッカ)で構成される画像表示システム(〔従来の技術〕の欄を参照のこと)に供給することができる。あるいは、生成された全周囲画像を、監視装置による広範囲にわたる監視画像として用いることもできる。

【0048】また、図4には図示しないが、コンピュータ・システム53は、ネットワーク・インターフェース・カードを装備することによって、EthernetやBluetoothなどのLAN(Local Area

a Network)に接続して、他のホスト・システムと双方向通信を行うことができる。また、LANはさらにインターネットのような広域ネットワークにゲートウェイ接続されていてもよい。

【0049】このような場合、コンピュータ・システム53は、FTP(File Transfer Protocol)などの通信プロトコルに従って各種のアプリケーションをWebサイトなどからダウンロードすることができる。また、コンピュータ・システム53は、自らもWebサイトとして、生成した全周囲画像を無料若しくは有料で配信サービスすることができる。

【0050】なお、コンピュータ・システム53の一例は、米IBM社のPC/AT(Personal Computer/Advanced Technology)互換機又はその後継機であり、OAG(PC Open Architecture Developers Group)仕様に準拠する。

【0051】次いで、コンピュータ・システム53上で行われる隣接画像の接続処理手順について説明する。

【0052】本実施例に係る周囲カメラ1の場合、周囲画像の一部を提供する各カメラ10A、10B…の投影中心が一致しない。この結果、図2を参照しながら既に説明したように、隣接する撮像画像同士を接続するためにある境界線Bを設定したとしても、境界線B上の点は、各々のカメラ10A、10B…からの距離に応じて異なった場所に結像される。すなわち、撮像画像上に現れた物体(すなわち被写体)とカメラ10A、10B…との距離に応じて、隣接画像間の接続画素は動的に変動してしまう。(図2に示す例では、被写体が遠い位置S1にあるときには、カメラ#1の画素A1とカメラ#2の画素B1が接続画素となり、被写体が近い距離S2にあるときには、カメラ#1の画素A2とカメラ#2の画素B2が接続画素となる。)

【0053】このことを言い換えれば、被写体の距離さえ判れば、隣接する撮像画像同士に接続位置が一意に定まる訳である。本実施例では、このような仕組みを活用して、隣接するカメラ10A、10B…の境界線上で接続位置を線形的に探索しながら、両撮像画像の接続が最も滑らかになる場所を特定するものである。また、最も滑らかに両画像間が接続される位置に相当する被写体距離は、周囲カメラ1から被写体までの実際の距離でもある。

【0054】図5には、隣接するカメラ10A…の撮像画像同士を接続するための処理手順をフローチャートの形式で示している。以下、このフローチャートを参照しながら説明する。

【0055】該処理ルーチンを開始するに先立ち、各変数の初期化処理を行っておく。例えば、周囲カメラ1から被写体までの設定距離Lを最小値に設定するとともに、最小差分Dに充分大きな値を代入しておく(ステッ

10

20

30

40

50

ブS10)。

【0056】ステップS11で形成される閉ループでは、周囲カメラ1から被写体までの設定距離 L を、計測可能な最小値から最大値に向かって順次変化させていきながら、設定距離において隣接する画像同士の接続処理を試みる。但し、該閉ループの繰り返し処理において、設定距離の増分 ΔL は、例えば等差級数であっても等比級数であってもよい。

【0057】次いでステップS12では、設定距離 L における隣接画像同士の接続位置を決定する。

【0058】図6には、周囲カメラ1と被写体との設定距離 L に応じて、カメラ#1及びカメラ#2の撮像画像同士の接続位置を決定する様子を図解している。ここで、カメラ#1及び#2の各撮像画像は、所定の境界線B上で接続するものとする。例えば、周囲カメラ1からの被写体までの設定距離 $L1$ であれば、カメラ#1の画素A1とカメラ#2の画素B1が接続位置として決定される。また、周囲カメラ1からの被写体までの設定距離 $L2$ であれば、カメラ#1の画素A2とカメラ#2の画素B2が接続位置として決定される。

【0059】次いで、ステップS13では、接続位置における画素間の画素値の差分を算出する。

【0060】例えば、図7に示すように、周囲カメラ1と被写体との設定距離 L 上に被写体が存在するような場合には、カメラ#1及びカメラ#2それぞれの撮像画像における接続位置の画素A_i及びB_iは同じ場所を撮像することになる。したがって、各カメラ#1及び#2の撮像画像は接続位置において連続的な滑らかに接続されており、画素A_i及びB_iの画素値は略同一となる。

【0061】これに対し、周囲カメラ1と被写体との設定距離 L 上に被写体が存在しない場合には、図8に示すように、カメラ#1及びカメラ#2それぞれの撮像画像における接続位置の画素A_i及びB_iは異なる場所を撮像することになる。したがって、各カメラ#1及び#2の撮像画像は接続位置において不連続となつて、画素A_i及びB_i間では画素値に差分が生じることになる。

【0062】図7及び図8は、隣接する撮像画像間の境界線上における任意の画素に着目して図解したものである。すなわち、実際には、図9に示すように、両撮像画像間は、境界線上に配列される複数の画素で接続されている。

【0063】そこで、ステップS14では、両撮像画像間の境界線上における全画素の差分の合計値を求める。さらに、算出された差分の合計値が最小差分Dと大小比較する。

【0064】もし、合計した差分値が最小差分Dよりも小さいならば、ステップS15に進んで、最小差分Dに現在算出された差分合計値を代入するとともに、現在の被写体までの距離 L を最適距離 L_{opt} に代入する。

【0065】そして、ステップS11に戻り、設定距離

L を増分して、上記と同様の処理を繰り返し実行する。

【0066】このような閉ループ処理を、設定距離 L が最大値に到達するまで実行する。この処理の結果、該処理ルーチンの戻り値として最適距離 L_{opt} が出力される。この最適距離 L_{opt} は、両撮像画像の接続が最も滑らかになる貼り合わせ場所を特定するものである。

【0067】このようにして、周囲カメラ1の各隣接カメラ10A、10B…毎に求められた最適な貼り合わせ場所に従って、各々の隣接画像同士を接続していくことで、周囲画像を生成することができる。生成された周囲画像は、例えばHMD（ヘッド・マウント・ディスプレイ）及びHT（ヘッド・トラッカ）で構成される画像表示システム（〔従来の技術〕の欄を参照のこと）に供給される。

【0068】また、最適距離 L_{opt} は周囲カメラ1から被写体までの距離に相当する。言い換えれば、周囲カメラ1の他の用途として、被写体の距離測定装置に適用することができる。

【0069】例えば、本実施例に係る周囲カメラ1を防犯カメラのような監視装置として利用した場合には、監視領域内で広角にわたって動き回る不審な侵入者の映像を、複数のカメラ10A、10B…にまたがって連続的な画像として捉えることができるだけでなく、該不審者等までの距離を把握することができる（図10を参照のこと）。

【0070】〔追捕〕以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【0071】

【発明の効果】以上詳記したように、本発明によれば、撮像方向が異なる複数のカメラによる撮像画像に基づいてユーザの周囲の風景画像を提供する、優れた周囲カメラ・システムを提供することができる。

【0072】また、本発明によれば、複数のカメラを例えば正十二面体のような多面体の各構成面上に配設してなる、優れた周囲カメラ・システムを提供することができる。

【0073】また、本発明によれば、各カメラの撮像画像間の途切れを好適に接続して滑らかな風景画像を提供することができる。優れた周囲カメラ・システムを提供することができる。

【0074】また、本発明によれば、投影中心が一致しない複数のカメラを多面体の各構成面上に配設して、各カメラの撮像画像同士を接続して滑らかな周囲画像を得ることができる。優れた周囲カメラ・システムを提供す

ることができる。

【0075】また、本発明によれば、投影中心が一致しない複数のカメラを多面体の各構成面上に配設して、各カメラの撮像画像同士の接続位置を動的に調整して、原画像間の境界付近で画像が途切れることがない滑らかな周囲画像を得ることができる、優れた周囲カメラ・システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、投影中心が一致する複数の隣接カメラを用いて物体を撮像する様子を示すとともに、各カメラ

10

による撮像画像同士を滑らかに接続する仕組みを説明するための図である。

【図2】投影中心が一致しない複数の隣接カメラを用いて物体を撮像する様子を示すとともに、各カメラによる撮像画像同士を滑らかに接続するためには物体との距離に応じて接続位置を調整する必要があることを説明するための図である。

【図3】多面体の各構成面上にカメラを1台ずつ配設して構成される周囲カメラ1の外観を描写した図である。

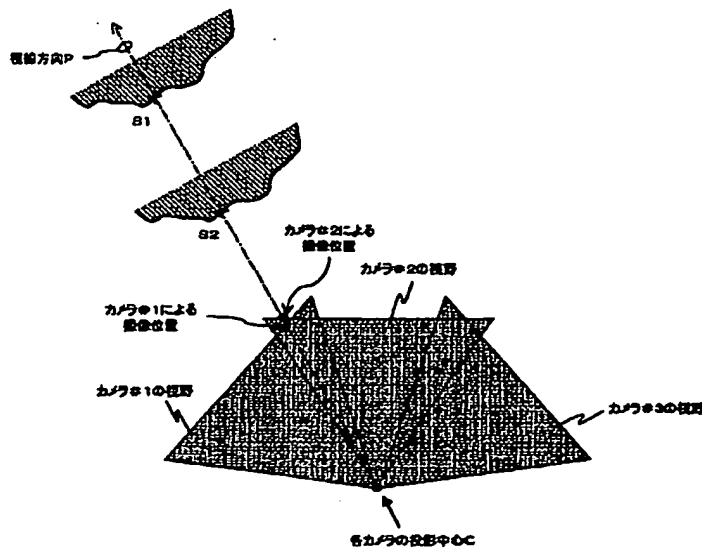
【図4】周囲カメラ1による複数の撮像画像を処理するためのデータ処理システム50の構成を模式的に示した図である。

20

【図5】隣接するカメラ10A…の撮像画像同士を接続するための処理手順を示したフローチャートである。

【図6】周囲カメラ1と被写体との設定距離Lに応じた画像の接続位置を決定する様子を示した図である。 *

【図1】



* 【図7】周囲カメラ1と被写体との設定距離L上に被写体が存在する場合、各カメラ#1及び#2の撮像画像の接続位置において連続的であり、接続位置の各画素A₁及びB₁の画素値が略同一になることを説明するための図である。

【図8】周囲カメラ1と被写体との設定距離L上に被写体が存在しない場合、各カメラ#1及び#2の撮像画像が接続位置において不連続であり、接続位置の画素A₁及びB₁間で画素値の差分が生じることを説明するための図である。

【図9】隣接する撮像画像同士を接続する様子を描写した図である。

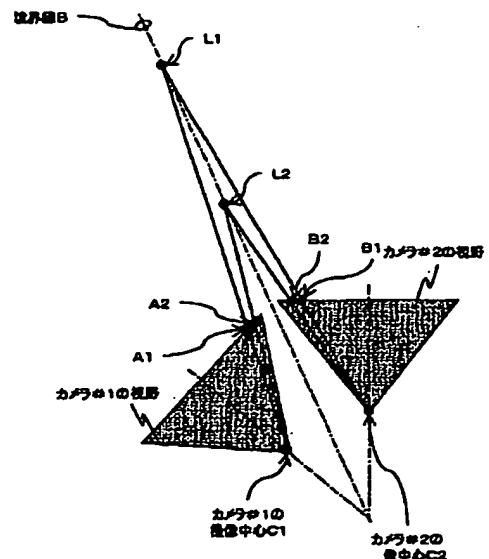
【図10】周囲カメラ1を防犯カメラに適用した例を描写した図である。

【図11】12個の平行四辺形で構成される正十二面体(Rhombic Dodecahedron)を示した図である。

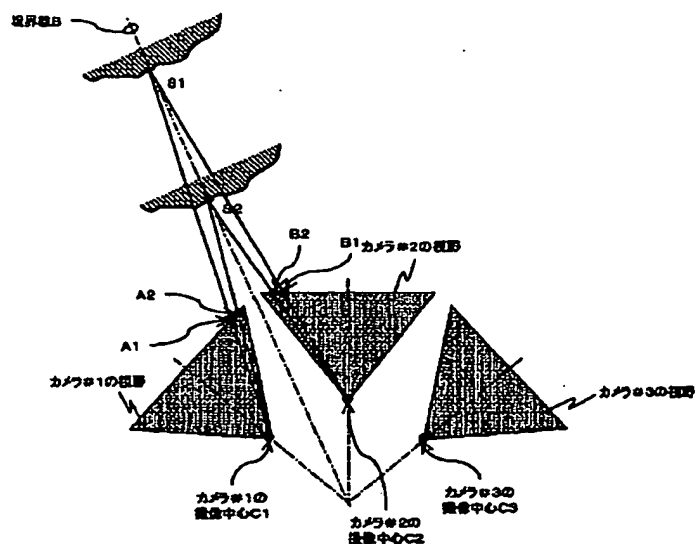
【符号の説明】

- 1…周囲カメラ
- 5…フレーム
- 10…CCDカメラ
- 15…台座
- 50…データ処理システム
- 51…ビデオ記録再生装置
- 52…ビデオ・キャプチャ装置
- 53…コンピュータ・システム

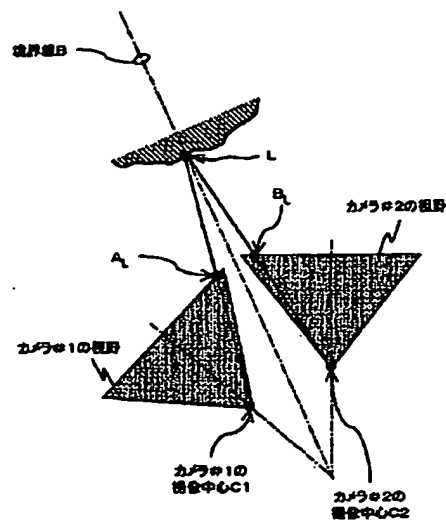
【図6】



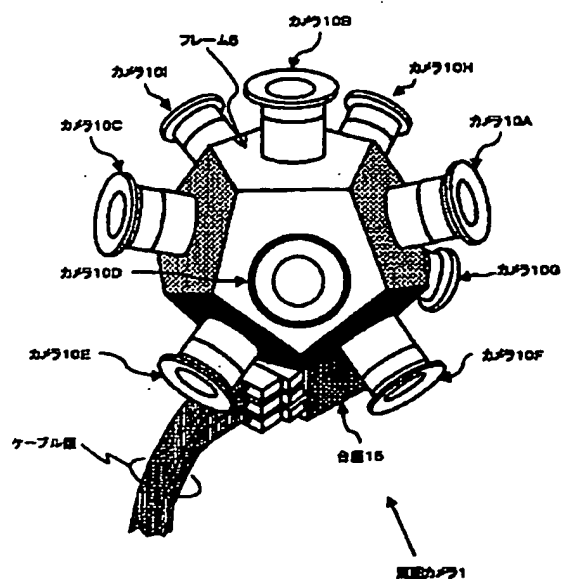
【図2】



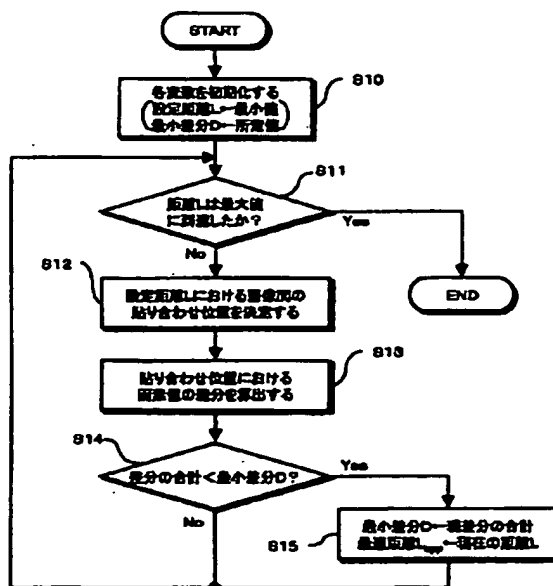
【図7】



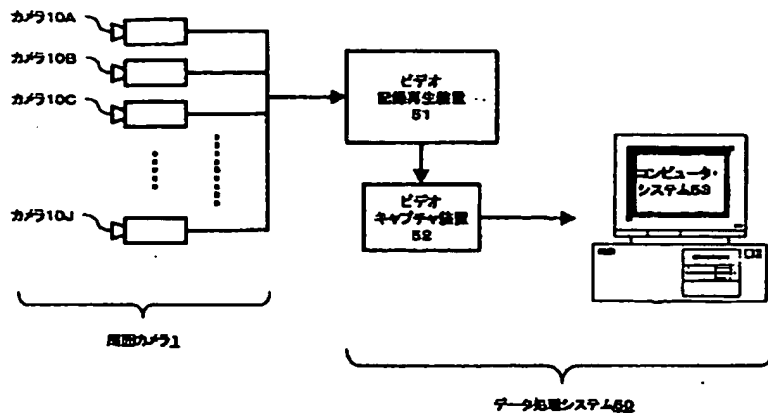
【図3】



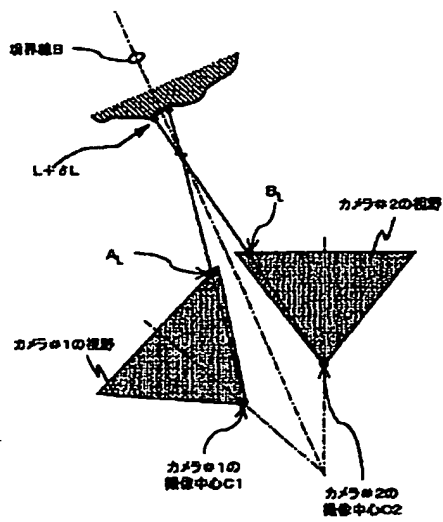
【図5】



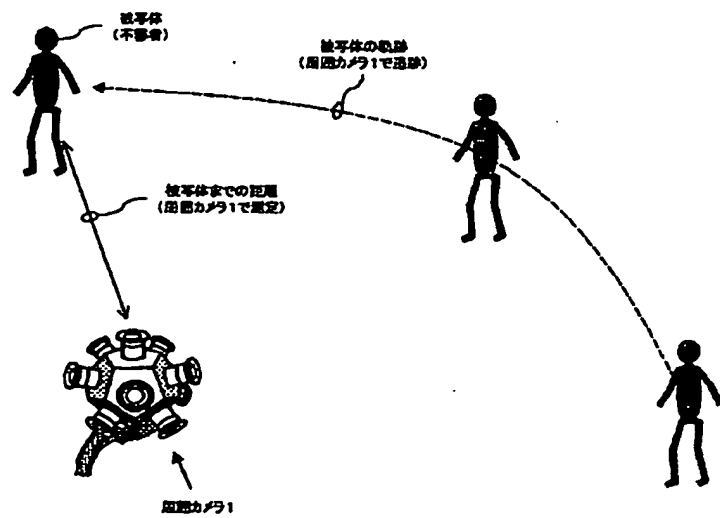
【図4】



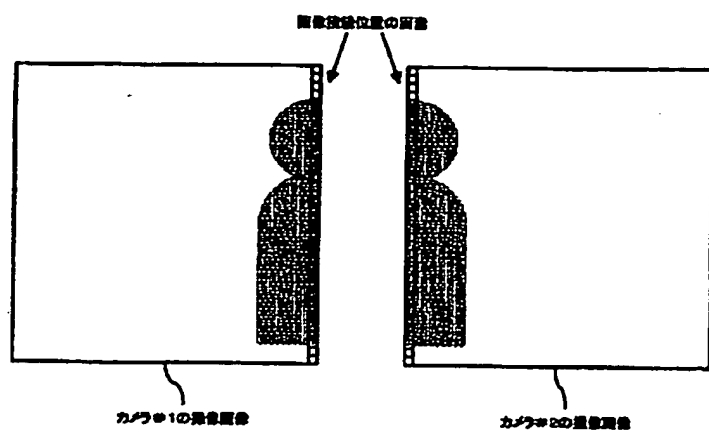
【図8】



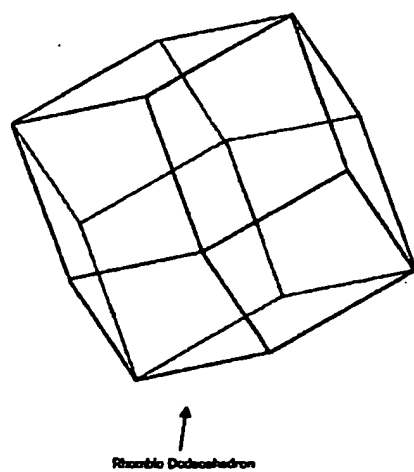
【図10】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.:	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 0 3 B	37/00	G 0 3 B 37/00	A
H 0 4 N	5/225	H 0 4 N 5/225	C
(72) 発明者	松下 伸行	F ターム (参考)	2F065 AA06 BB05 CC16 FF05 FF09
	東京都品川区東五反田 3 丁目 14 番 13 号 株		JJ03 JJ05 JJ26 QQ00 QQ03
	式会社ソニーコンピュータサイエンス研究		QQ24 QQ25 QQ27 QQ28 QQ38
	所内		SS02 SS13
(72) 発明者	綾塚 祐二		2H059 BA11
	東京都品川区東五反田 3 丁目 14 番 13 号 株		5C022 AA01 AB61 AB68 AC42 AC69
	式会社ソニーコンピュータサイエンス研究		AC77 AC78
	所内		5C054 FD02 FE11 HA01 HA18